

VULNERABILIDAD Y AMENAZAS DE LOS ARRECIFES CORALINOS DE LAS ISLAS DE OLD PROVIDENCE Y SANTA CATALINA

Martha Inés García E., Bióloga (Biología Marina)

1. INTRODUCCIÓN

Las áreas coralinas son ecosistemas de gran dinamismo y productividad que alojan representantes de todos los grandes grupos animales. En términos de familias y géneros, allí se encuentra la mayor diversidad por hectárea cuando se compara con otros ecosistemas marinos y terrestres, de forma que sólo son comparables con los bosques húmedos tropicales (Connell, 1978; Bryant *et al.*, 1998).

A escala evolutiva, la relación simbiótica entre corales y algas representa una ventaja adaptativa que explica la persistencia temporal y la capacidad de construcción de estructuras arrecifales capaces de modificar significativamente la topografía del fondo marino y determinar la naturaleza geomorfológica de la costa. Desde el punto de vista fisiológico y ecológico, los organismos arrecifales son importantes como fuente de metabolitos secundarios bioactivos de interés farmacéutico, y las relaciones ecológicas que ocurren entre los organismos arrecifales son complejas y fascinantes. En el ámbito pesquero y acuícola, el potencial global de la actividad en los arrecifes coralinos está estimado en varios millones de toneladas de proteína por año. Por todo lo anterior, el arrecife coralino es un valioso recurso económico, teniendo en cuenta que este ecosistema se

encuentra en las zonas tropicales y por lo general en las costas de países del tercer mundo (Birkeland, 1997).

El incremento en el uso y explotación, así como el fácil acceso en las últimas décadas a los arrecifes coralinos ha resultado en el aumento de impactos y presiones sobre estos ecosistemas (Wilkinson *et al.*, 1997) con el consecuente deterioro que se ha venido dando a escala global (Hughes, 1994). Esta degradación de los arrecifes se ha asociado además a otras causas naturales (Rogers *et al.*, 1997) y antrópicas como el aumento en la población mundial, la industrialización y el turismo en las zonas costeras (Hodgson, 2000).

El desarrollo costero ha generado, entre otros el incremento de los residuos sólidos y líquidos y en las aguas servidas que se descargan sin tratamiento directamente al mar; rellenos sanitarios; dragados, e intensificación de sedimentos transportados por las aguas de escorrentía; sobre-explotación de especies ornamentales y de consumo.

Esta degradación se presenta no sólo en los ecosistemas marinos como los arrecifes coralinos, sino que cubre la mayoría de ecosistemas tanto marinos, como terrestres. Para que este daño de los ecosistemas se minimice se han diseñado estudios para evaluar la vulnerabilidad y las amenazas a los que están sometidos los ecosistemas definiéndose vulnerabilidad como el grado en que una comunidad, estructura, servicio o área geográfica puede ser deteriorada, afectada o disminuida a causa de un impacto por una amenaza particular; mientras que una amenaza es el evento mismo o la probabilidad de ocurrencia del mismo evento (Report on Natural Hazard Mapping and Vulnerability Assessment Workshop, 1999).

La evaluación de la vulnerabilidad y las amenazas en los diferentes ecosistemas se ha realizado a través de diferentes metodologías que en últimas buscan el

crear alternativas o planes de manejo que prevengan, reduzcan y/o controlen la degradación de los mismos (Diop, 2000). Varios estudios sobre vulnerabilidad y amenazas han demostrado son una fuente para crear medidas de mitigación, programas de conservación (Report on Natural Hazard Mapping and Vulnerability Assessment Workshop, 1999), de planificación y de manejo de ecosistemas (ver Memorias documentales y síntesis de actividades desarrolladas en el marco del Convenio No.019 de 2001 suscrito entre CORALINA e INVEMAR).

Las islas de Old Providence y Santa Catalina hacen parte del Departamento Archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina de Colombia y se encuentra en el Caribe occidental. El Archipiélago comprende además de las dos islas grandes (San Andrés y Providencia y Santa Catalina) varios cayos y bajos que se extienden sobre la plataforma nicaragüense por más de 500 km. y por sus condiciones oceanográficas se consideran islas oceánicas (Díaz *et al.*, 1996 y Díaz *et al.*, 2000); todos ellos ubicados en lo que se conoce como el cinturón de huracanes.

Estas islas tienen una serie de características que las hacen particulares. Sus costados SE, E y N se encuentran rodeados por una barrera arrecifal de aproximadamente 32 km de longitud. Esta barrera es la segunda más larga del Caribe y unas zonas continuas y discontinuas. La morfología de las primeras es similar a la encontrada en las otras islas y atolones del Archipiélago (Díaz *et al.*, 1996).

Se han realizado varios estudios sobre los arrecifes de Old Providence y Santa Catalina (Prahl, 1983; Prahl y Erhardt, 1985; Márquez, 1987; Díaz *et al.*, 1996; Plan de Usos del Suelo de Providencia-Coralina 1998; Díaz *et al.*, 2000; Abdul-Aziz y Amaya, 1999, 2000 y 2001; Informe de Gestión-Providencia-CORALINA, 2001) donde se listan factores naturales y antrópicos, actuales y pasados que han sufrido estos ecosistemas, así como el estado de los mismos. Los resultados de

estos estudios muestran el deterioro de los arrecifes que rodean las islas de Providencia y Santa Catalina, con porcentajes de mortalidad altos en todas las especies de corales escleractínios, principalmente en las constructoras de arrecife más importantes, alta cobertura de algas y disminución de peces entre otros.

La información recopilada de estudios y con la comunidad de usuarios se utilizó para realizar este estudio de vulnerabilidad e impactos sobre los arrecifes de Old Providence y Santa Catalina hace parte de una serie de estudios que se llevaron a cabo entre el 2001 y el 2002 en el marco del proyecto “Levantamiento de estudios y acciones para propiciar la restauración natural de los arrecifes coralinos de las aguas costeras de las islas de San Andrés y Providencia” dentro del cual se tenía como objetivo tenía como fin el identificar, evaluar y jerarquizar las amenazas y determinar la condición de vulnerabilidad propia y generada por causas naturales y/o actividades antrópicas de y sobre los arrecifes costeros de Providencia y Santa Catalina.

Por lo tanto, la información del seguimiento y monitoreo del estado de los arrecifes y su posterior utilización para la realización de evaluaciones de impactos o amenazas y vulnerabilidad tienen una reconocida importancia en la planificación y manejo de arrecifes coralinos y de la zona costera donde se encuentra localizados.

Este informe presenta los resultados de vulnerabilidad y amenazas a los que están sometidos actualmente los arrecifes de Old Providence y Santa Catalina, mediante la revisión de información secundaria, consulta a usuarios, instituciones e investigadores que trabajan en las áreas arrecifales o con experiencia en las mismas y de observaciones personales en campo.

2. MÉTODOS

Con el fin de cumplir con los objetivos de este estudio, Coralina realizó en el marco del proyecto "Levantamiento de Estudios y Acciones para Propiciar la Recuperación y/o Regeneración Natural de los Arrecifes Coralinos en las Aguas Costeras de las islas de San Andrés y Providencia" Convenio 1057/00 CORALINA – FONADE con la colaboración del personal del INVEMAR, el curso teórico-práctico "Técnicas de evaluación rápida de salud y vulnerabilidad de arrecifes coralinos", durante el cual se definieron los términos vulnerabilidad y amenaza, la utilidad de estudios de este tipo, agentes impactantes y las causas del deterioro coralino, las metodologías para determinar y las técnicas de análisis de la vulnerabilidad, identificación y evaluación de impactos. Mediante un estudio de caso *Análisis del Impacto Ambiental Antrópico en las Áreas Arrecifales Del Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe Colombiano* se observó la aplicabilidad de la evaluación de la vulnerabilidad y de los impactos (ver Memorias documentales y síntesis de actividades desarrolladas en el marco del Convenio No. 019 de 2001 suscrito entre CORALINA e INVEMAR).

Durante el curso se diseñó un borrador de la Lista de Chequeo y de la Matriz de Leopold teniendo en cuenta una revisión general de los aspectos bióticos y abióticos de los arrecifes de las islas de Old Providence y Santa Catalina, así como algunos aspectos sociales, legales y la información secundaria sobre las islas existentes en la Corporación como en otras instituciones.

La Lista de chequeo es una tabla que contiene las amenazas (o impactos) identificados que afectan a los arrecifes en las islas enumerando además de las amenazas, el tipo de actividad que puede causar esa amenaza y el efecto de la misma sobre el arrecife. Esta Lista se usa como base para crear la matriz de

vulnerabilidad de causa – efecto “Matriz de Leopold” (Canter, L. 1998) la cual permite evaluar y jerarquizar la vulnerabilidad.

Para completar la identificación de las amenazas a los que están sometidos los arrecifes de las islas de Old Providence y Santa Catalina se realizó un primer taller donde se consultó a los usuarios de los arrecifes (pescadores artesanales, buzos, científicos y al personal de la Corporación) acerca de los mismos.

Se elaboró un documento tipo cuestionario Impactos y Vulnerabilidad de los Arrecifes en las Islas de Old Providence y Santa Catalina (Anexo 1) que contiene además la matriz de Leopold para Old Providence y Santa Catalina y un mapa de la isla que permitió obtener información de primera mano de los usuarios, entidades y científicos conocedores de los arrecifes de las islas.

Se realizó un segundo taller con los usuarios (Pescadores y Buzos), entidades y personal de la Corporación con el fin de completar el cuestionario, la matriz de Leopold y el mapa de la isla. Este taller tiene como objetivos completar la identificación de las amenazas, evaluar y jerarquizar por medio de la cualificación, la vulnerabilidad de los arrecifes según las actividades y el tipo de impacto, y para ubicar físicamente en el mapa, las áreas arrecifales afectadas según las actividades que se desarrollen y dando un peso en escala de 1 a 5 para cada impacto. Las siguientes son las actividades antes mencionadas:

- Pesca artesanal
- Pesca furtiva
- Extracción de organismos
- Extracción de arena
- Buceo
- Bañistas
- Actividades náuticas
- Aguas residuales

- Construcciones litorales
- Trafico de Embarcaciones
- Zona portuaria
- Zona comercial
- Zona Turística
- Plantas de Energía
- Monitoreo
- Arroyos

Adicionalmente se envió este mismo documento vía correo electrónico a científicos de diferentes instituciones Nacionales e Internacionales como Invemar, U. Javeriana, U. Nacional, U de Puerto Rico (M. Prada) y U de Búfalo (J. A. Sánchez) quienes han realizado investigaciones en las islas o son concedores de los arrecifes del Archipiélago.

Toda la información de texto recolectada en estos fue digitalizada para obtener una matriz final de impactos y vulnerabilidad de los arrecifes de Old Providence y Santa Catalina.

Los mapas tienen las áreas afectadas por las diferentes actividades y el peso en escala de 1 a 5. Estos mapas fueron digitados y analizados en el SIG de La Corporación por el Analista del Sistema de Información, usando las herramientas y opciones de los programas ILWIS y ARC VIEW se combinaron los mapas con sus pesos para producir los mapas finales de vulnerabilidad y amenazas sobre los arrecifes de Old Providence y Santa Catalina.

3. RESULTADOS

3.1. Características abióticas y bióticas de los arrecifes de las islas de Old Providence y Santa Catalina.

Las Islas de Old Providence y Santa Catalina se encuentran entre los 13° 17'-13° 31'N y 81° 18'- 81° 22' W en el Caribe occidental, a unos 80 km noreste de San Andrés Isla con una superficie emergida de 21.8 km². Poseen una topografía ligeramente escarpada y plegada con una altura máxima de 300 m. Old Providence y Santa Catalina se formaron durante el Mioceno por una serie de erupciones volcánicas y flujos de magma con posteriores solevantamientos incluyendo restos de sedimentos marinos (Prahl y Erhardt, 1985).

Las islas están rodeadas por un extenso complejo arrecifal holocénico asentado sobre una plataforma calcárea submarina que corresponde a un antiguo atolón de edad miocénica. El complejo tiene forma alargada en sentido NNE-SSW, de unos 33 km de largo por 12 km de ancho, hasta la isobata de 30 m. (Díaz, *et al*, 2000)

El clima es tropical de tendencia seca y por influencia de los alisios es estacional y regular. La temperatura promedio es de 25 °C y las precipitaciones alcanzan muy probablemente los 1500 mm/año. El Archipiélago se encuentra dentro del cinturón de huracanes del Caribe por lo que en la segunda mitad del año fenómenos como estos, o tormentas tropicales pueden afectar las islas (Márquez, 1987; Díaz *et al.*, 1996).

Las aguas marinas del Archipiélago son oceánicas con bajos aportes de sedimento. Old Providence es recorrida por varios arroyos por lo cual el aporte de aguas de escorrentía terrestre es mayor que en San Andrés. La mayor entrada de sedimento se presenta en los meses de lluvia, época en la cual se crecen los

arroyos existentes y aparecen los riachuelos temporales que lavan el suelo y arrastran consigo sedimentos y basuras.

Las temperaturas superficiales del mar oscilan entre 27 y 30°C y su salinidad entre 34 ‰ y 36.3 ‰. Las Mareas son mixtas con una amplitud máxima de 40 -60 cm. y su efecto apenas es perceptible (Garay *et. al.* 1998).

La diversidad geomorfológica del complejo arrecifal, sumada a la combinación de la influencia oceánica con los aportes terrígenos de las islas, posibilitan la presencia de una alta variedad de ambientes submarinos y litorales.

El área total de Complejo arrecifal es de 285,2 Km² y el área de cobertura coralina viva relevante es de 124.9 km². Los tipos de formaciones arrecifales que aquí se encuentran: complejo arrecifal oceánico con barrera, pináculos, arrecife de borde, de plataforma insular, arrecife de franja y parches lagunares. (Díaz, *et al.*, 2000)

La barrera arrecifal, con 32 km de longitud es la segunda en extensión en el hemisferio occidental después de la de Belice. La barrera no circunscribe el complejo en su totalidad, sino que se extiende a lo largo del flanco de barlovento (SE, E, NE, y N del complejo). Morfológicamente, la barrera puede dividirse en dos porciones características: segmentos continuos y segmentos discontinuos (Díaz *et al.*, 1996).

Los segmentos continuos del arrecife son crestas coherentes que se levantan desde la margen superior de la terraza prearrecifal hasta casi la superficie. Hacia sotavento de la barrera, la cresta se desintegra en bajos coralinos irregulares que dan lugar a una amplia terraza lagunar somera cubierta por sedimentos.

Un sistema de espolones y surcos se desarrolla en algunas zonas a barlovento de la barrera. La unidad característica de la zona superior de la cresta es algas

pétreas, *Millepora complanata*, Zoanthideos. Hacia fuera en aguas profundas se presentan asiladamente *Acropora palmata* acompañadas de grandes colonias de *Diploria strigosa*.

En la porción central de la barrera desde donde se localiza el pequeño cayo basáltico Crab Cay hacia el norte y a una distancia de 7 Km, no existe una barrera arrecifal continua, sino que esta fragmentada en pequeños arrecifes que forman un intrincado laberinto con un 1 Km de ancho. Lo anterior facilita la transición gradual de la terraza prearrecifal hacia la terraza lagunar.

La zona de transición se caracteriza por la presencia de innumerables pináculos coralinos irregulares que se elevan verticalmente 4-8 m hasta la superficie, formando un paisaje muy particular. Los pináculos situados en la zona de barlovento se distinguen de los de la zona posterior o de sotavento de la franja de arrecife discontinuo, en que los primeros muestran un crecimiento coralino mas profuso *Millepora complanata*, están cubiertos en sus cimas y tienden a ser más altos, mientras que los segundos son generalmente más bajos. *Acropora palmata* se observa ocasionalmente en torno a los pináculos, al igual que colonias dispersas de *Diploria strigosa*, *Montastraea franksi* y algunos octocorales. El fondo alrededor de los pináculos a 4-8 m de profundidad esta cubierto por arena blanca formado "ripple marks" indicadoras del efecto del fuerte oleaje.

Frente a la barrera, a partir de unos 6-8 m de profundidad terraza prearrecifal consiste en una plataforma rocosa suavemente inclinada y se extiende 1-3 km hacia mar afuera y alcanza profundidades entre 25 – 40 m. En la porción somera de 10 m de profundidad el fondo es irregular y *Acropora palmata* se observa en las depresiones, en los contrafuertes y montículos asilados que se elevan hasta la superficie se encuentran en sus cimas *Millepora complanata*.

En la terraza prearrecifal de los 5 a 15 m presenta un fondo liso, desprovisto de sedimentos con cobertura de corales costrosos (*Diploria* spp.) y gorgonáceos (Figura 1)



Figura 1. Gorgonia en plataforma prearrecifal.

A sotavento de la barrera, la terraza lagunar tiene un ancho variable (0.4 a 1.2 km) y con profundidades entre 1 y 6 m. Esta Zona Arenosa termina hacia sotavento en un pronunciado cantil arenoso a más de 10 m de profundidad., cubierto por escombros coralinos y arena.

Praderas de fanerógamas marinas (*Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*) se desarrollan en lugares cercanos a la costa. Gran cantidad de arrecifes de parches de diferentes dimensiones se encuentran en la laguna y en la terraza lagunar. En el extremo NE de la cuenca lagunar detrás de la barrera en el Elbow, se presenta una red de arrecifes anastomosados del tipo *Montastraea* spp.

Varios montículos arrecifales de forma irregular se levantan desde el fondo de la Laguna al SE de Providencia. La zona basal de estos esta dominada por *Montastraea faveolata*, *Porites porites*, *Dendrogyra cylindricus*.

Los arrecifes franjeantes están conformados por *Montastraea annularis*, *Siderastrea sp.*, *Porites porites* y *Diploria labyrinthiformis* en el costado oriental de Providencia (Maracaibo Hill y SW de Santa Catalina aledaño a la Cabeza da Morgan). Este ultimo se encuentra prácticamente muerto y cubierto por algas (*Halimeda sp.* y *Lobophora variegata*).

Uno de los rasgos morfológicos importantes en la plataforma occidental es Channel Mouth, valle submarino profundamente excavado orientado NW-SE que coincide con el canal de acceso de los barcos. Al norte del Channel Mouth se encuentra el Blue Hole, la pared vertical presenta una exuberante cobertura de coral donde predomina *Montastraea franksi* *M cavernosa* y *Agaricia spp.* A profundidades de más de 50 m aun se observan grandes colonias de coral como *Agaricia undata*, *Montastraea cavernosa*, esponjas y octocorales. (Díaz, *et al*, 2000).

3.2. Aspectos legales y sociales de los arrecifes del Archipiélago

Old Providence y Santa Catalina, al igual de las demás islas, del archipiélago se rigen por la legislación ambiental expida por CORALINA, el Ministerio del Medio Ambiente, el Código de los Recursos Naturales, además se tienen en cuenta los acuerdos regionales e internacionales de los cuales Colombia hace parte. A continuación se presentan algunas de ellas relacionados con las áreas marinas y arrecifales:

3.2.1. Área de conservación o manejo especial de las áreas marinas y/o arrecifales del archipiélago

- La Ley 99 de 1993, mediante la cual se crean el Ministerio del Medio Ambiente y la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Old Providence y Santa Catalina (CORALINA) y se constituye el Archipiélago como Reserva de Biosfera.
- Resolución No 1021 de 1995 del Ministerio del Medio Ambiente, mediante la cual se alindera el Parque Nacional McBean Lagoon en la isla de Old Providence, incluyéndose en este una sección de la barrera arrecifal.
- La Resolución No. 1426 del 20 de diciembre de 1996, del Ministerio del Medio Ambiente, que declaró Área de Manejo Especial el Departamento Archipiélago de San Andrés, Old Providence y Santa Catalina, denominándola “AREA DE MANEJO ESPECIAL Los Corales del Archipiélago de San Andrés, Old Providence, Santa Catalina y cayos”, integrada no solo por las tres islas grandes, sino además por todos sus cayos, islotes, morros, bancos, arrecifes y mar territorial. Persigue dentro de sus objetivos, la protección del medio ambiente mediante la regulación de las actividades que se realizan dentro del área, en especial la de pesca y toda clase de aprovechamiento de los recursos marinos. Esta Área de Manejo Especial será administrada por el Ministerio del Medio Ambiente respecto de las áreas declaradas o que se puedan declarar como integrantes del Sistema de Parques Nacionales Naturales (aspecto que todavía no se ha desarrollado); en lo demás, será administrado por CORALINA, atendiendo los mecanismos de participación de las comunidades asentadas en este Área de Manejo Especial. Igualmente, fue creado un Consejo Asesor del Área, que debe sesionar, ordinariamente, tres veces al año y cuya finalidad primordial es la de colaborar con los programas y proyectos

tendientes a determinar los factores y las fuentes deteriorantes del ambiente dentro del área y la recuperación de las degradadas. “Área de Manejo Especial Los Corales del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y Cayos” y tiene como objetos:

- Proteger el ambiente
 - Conservar y proteger los valores naturales
 - Regular el uso del suelo
 - Fomentar la investigación
 - Perpetuar y conservar
 - Educación ambiental y concientización
 - Planificación y ordenamiento ambiental participativo
 - Reglamentación y ordenación las pesquerías
 - Implementación de proyectos y tecnologías alternativas para el uso y manejo de los recursos
 - Conservar, proteger y recuperar los valores culturales
 - Modelos de manejo integrado y sostenible de los recursos renovables
- La Resolución No. 151 del 9 de marzo de 1998, proferida por CORALINA, por medio de la cual se adoptan medidas de protección para las playas del Archipiélago de San Andrés, Old Providence y Santa Catalina, declarándolas zonas de especial protección, estableciendo los usos permitidos y prohibidos en aquellas.

3.2.2. Diversidad Biológica

- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), aprobatoria de traslado: Ley 17 de 1981.

3.2.3. Atmósfera

- Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono, aprobatoria de traslado: Ley 30 de 1990.
- Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, aprobatoria de traslado: Ley 306 de 1996 (enmienda de Copenhague).
- Convenio marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, aprobatoria de traslado: Ley 164 de 1995.

3.2.4. Sustancias Peligrosas

- Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, aprobatoria de traslado: Ley 253 de 1995.

3.2.5. Acuerdos Regionales.

- Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la región del Gran Caribe, aprobatoria de traslado: Ley 56 de 1987.
- Protocolo de cooperación para combatir los derrames de hidrocarburos en la región del Gran Caribe, aprobatoria de traslado: Ley 56 de 1987.
- Protocolo relativo a las áreas y a la flora y fauna silvestres especialmente protegidas del convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la región del Gran Caribe, aprobatoria de traslado: Ley 356 de 1997.

3.2.6. Local

- Ley 47 de 1993. Por medio de la cual se dictan normas especiales para la organización y el fortalecimiento del Departamento Archipiélago de San Andrés, Old Providence y Santa Catalina. Esta ley tiene por objeto “dotar al Departamento Archipiélago de un estatuto especial que le permita su desarrollo dentro del marco fijado por la Constitución, en atención a sus condiciones geográficas, culturales, sociales y económicas”.

3.2.7. Legislación para las actividades pesqueras.

- Acuerdo No. 0017 de 1990 (8 Mayo 1990). Que entre otras, tiene como disposiciones generales la prohibición del porte y uso de equipos de buceo autónomo y semiautónomo, así como el uso de redes agalleras y/o trasmallos en embarcaciones de pesca.
- La Resolución No. 170 del 12 de marzo de 1998, expedida por CORALINA, por medio de la cual se regula el uso del arpón como método de pesca en el Departamento Archipiélago, prohibiendo la pesca con este método, con excepción de los pescadores artesanales, y con la proyección de que en el año 2001 quedará prohibido en todo el Departamento el porte y uso de este instrumento, previas campañas de educación ambiental para métodos sustitutivos. Igualmente, se alindaron sectores donde es prohibido absolutamente la pesca con arpón para toda persona (Zona de Reserva Nacional Bahía de San Andrés, sector sur occidental de San Andrés, en el área de la barrera arrecifal de las islas de Old Providence y Santa Catalina y de los cayos Bolívar y Alburquerque, así como en todo el área de los cayos de Quitasueño, Roncador, Serrana, Serranilla, Bajo Nuevo y Bajo Alicia.

Old Providence es el único municipio del Departamento Archipiélago y cuenta con una población de 4500 habitantes distribuidos a lo largo de la carretera circunvalar, con alguna concentración en los sectores de Santa Isabel, San Felipe y Santa Catalina. Se desarrollan las siguientes actividades humanas: Turismo de baja densidad, ganadería extensiva, pesca artesanal y cultivos de pancoger (Díaz *et al.*, 1996; Díaz *et al.*, 2000).

3.3. Amenazas

3.3.1. Información secundaria.

En la actualidad los arrecifes de Providencia se encuentran bajo diversas amenazas o tensiones, como resultado de la conjunción de una serie de factores, donde el antrópico es uno de los más importantes.

La información secundaria, publicada (Márquez, 1987; Díaz *et al.*, 1996; Plan de Usos del Suelo de Providencia-Coralina 1998; Díaz *et al.*, 2000; Abdul-Aziz y Amaya, 1999, 2000 y 2001; Informe de Gestión-Providencia-CORALINA, 2001) y no publicada, dio la base para determinar las amenazas en los arrecifes de Providencia, en donde se encontró: Agentes antrópicos y naturales que afectan los arrecifes en el archipiélago:

3.3.1.1. Actividades antrópicas

- ◆ **Residuos sólidos y líquidos**
- ◆ **Actividades de buceo y bañistas**
- ◆ **Sobrepesca y extracción de organismos**
- ◆ **Extracción de Arena**

- ◆ **Construcciones sobre el litoral.**
- ◆ **Dragados**
- ◆ **Daño por tráfico de embarcaciones y encallamientos**
- ◆ **Contaminación por hidrocarburos.**

3.3.1.1.1. Residuos sólidos y aguas residuales.

Los residuos sólidos no tienen un efecto directo sobre la fisiología de los corales, pero dependiendo del tamaño y de la abundancia, pueden ahogar y matar organismos bentónicos; además de dañar el paisaje natural del arrecife.

En Providencia los daños por residuos sólidos siguen siendo un punto preocupante por la disposición de estos residuos en un botadero a cielo abierto en la isla. Aunque a veces son depositados en los arroyos y en algunas zonas se observa basura en el fondo marino, principalmente en los cantiles a profundidades mayores a 30 metros. Los pequeños causes estacionales son depósito temporal de cúmulos de aguas negras y basuras que afectan el litoral y las áreas marinas adyacentes (Márquez, 1987) (Figuras 2, 3 y 4).



Figuras 2 y 3 Acumulación de Residuos sólidos sobre la áreas pendientes en el la isla



Figura 4 Residuos sólidos sobre cauce de arroyo (gulli).

Además de contribuir con la sedimentación, los residuos líquidos, causan deterioro coralino por la entrada de sustancias tóxicas y eutroficación por el alto aporte de nutrientes. Se altera la fisiología de los organismos arrecifales incrementando las tasas de crecimiento de algas, disminución en el crecimiento de corales y en la capacidad reproductora (Tomascik & Sanders, 1985).

La entrada de aguas residuales o negras en Providencia se hace directamente al mar con poco o nada de tratamiento, lo que se está reflejando por la abundancia de algas que se observa en toda la isla y que ha sido reportado varias veces (Díaz *et al.*, 2000).

Según Díaz *et al* (2000), el arrecife frangente conformado por *Montastraea annularis*, *Siderastrea sp.*, *Porites porites* y *Diploria labyrinthiformis* en costado SW de Santa Catalina aledaño a la Cabeza da Morgan se encuentra prácticamente muerto y cubierto por algas (*Halimeda sp.* y *Lobophora variegata*)

Los problemas de contaminación por aguas residuales y basuras en los diferentes arroyos de las islas como son Lazy Hill, Freshwater Bay, Gamma Dit Gully, Dispute Gully, Maracaibo se encuentran documentados en el Plan de Usos del Suelo de Providencia (Howard *et al.*, 1997)

El vertimiento de aguas negras sin ningún tratamiento previo contribuye al incremento de la sedimentación y de la cantidad de nutrientes. Además, aporta sustancias tóxicas que pueden indicar cambios metabólicos y fisiológicos perjudiciales para los corales (Bryant *et al.*, 1998).

Según Abdul Aziz y Amaya 2001, se han establecido estaciones críticas en cuanto a contaminación marina se refiere, en las de Providencia y Santa Catalina. Es evidente la contaminación por bacterias coliformes cuyos conteos están por encima de lo establecido por el Decreto 1594 de 1984 en las estaciones del muelle Santa Isabel, sector San Felipe, Agua Dulce y escuela Bombona. Estos lugares se caracterizan por pertenecer a zonas de alta actividad antropogénica que traen consigo esta clase de microorganismos convirtiéndolas en zonas no aptas para recreación por contacto primario (Figura 5).



Figura 5. Vertimiento de aguas residuales directamente al mar

3.3.1.1.2. Actividades de buceo y bañistas

Según Gallo y Martínez 2002, los sitios de buceo más utilizados en Providencia y Santa Catalina, están mayoritariamente situados frente a un cantil profundo, con posiciones de fondeo situados sobre una cornisa que varía entre los 50 y 60 ft (15-18m) de profundidad, generalmente tapizada de formaciones coralinas con pequeños parches de arena. Pese a la conciencia que se ha ido desarrollando sobre el impacto de las anclas, y la buena voluntad de los profesionales de buceo, colocar el ancla en arena es una prueba de azar con probabilidades en contra, dada la pequeña proporción de las áreas arenosas. (Figura 6)



Figura 6. Ancla sobre el fondo coralino

En las islas de Providencia y Santa Catalina, la priorización del boyado de sitios de buceo por riesgo debe considerar la particularidad de que las anclas tienen mayor incidencia sobre el fondo coralino. El 75% de las salidas de buceo producen incidentes de anclaje, donde 46,22% de las coberturas son vivas diferentes a alga. Así pues, el factor de corrección por anclaje descuenta un 34,67% ($0,75 \times 0,46$), la probabilidad de ocasionar daños en el fondo (Gallo & Martínez, 2002)

Los daños provocados por los buzos son generalmente por tropiezos accidentales con los corales y el fondo coralinos debido a la falta de control de la flotabilidad de buzos inexpertos.

3.3.1.1.3. Sobrepesca y extracción de organismos

Uno de los beneficios que los ecosistemas arrecifales entregan al hombre son los recursos pesqueros. Sin embargo, la explotación desmedida del recurso y la utilización de prácticas destructivas lo han convertido en el impacto más generalizado a escala mundial (Bohnsack, 1993). Los efectos de la sobreexplotación producen cambios en la abundancia, tamaño y composición de las especies de las comunidades arrecifales. La desaparición de especies herbívoras y depredadoras puede ocasionar cambios ecológicos en el establecimiento de los corales (Callum, 1995). En el Caribe, la sobre explotación de especies herbívoras, ha jugado un papel importantísimo en la regulación del crecimiento de algas y del establecimiento del coral.

Las islas han sufrido en las últimas décadas una sobrepesca de especies de interés comercial para consumo y se ha comenzado la extracción para souvenirs y peces ornamentales, aunque se desconoce el volumen de esto último. Al comparar las condiciones del recurso pesquero entre San Andrés y Providencia se puede observar que en este último el recurso se encuentra en mejor estado encontrándose especies de consumo de gran tamaño, y un número mayor de langostas.

3.3.1.1.4. Extracción de Arena

El aumento de la sedimentación en las zonas coralinas está relacionado con la deforestación, la erosión de los terrenos (que al ser irrigados por corrientes

fluviales arrastran partículas a las desembocaduras), la erosión costera, las actividades de desarrollo costero como dragados asociados con la construcción de vías, condominios y hoteles y la extracción de arena y relleno de playas entre otros (Gibson *et al.* 1998).

La sedimentación degrada los arrecifes coralinos por incremento de la turbidez del agua, que reduce la penetración de la luz al fondo coralino, impidiendo la fotosíntesis de algas simbiotas y por deposición de sedimentos en la superficie de los corales y otros organismos arrecifales asfixiándolos (Díaz-Pulido, 1997).

De acuerdo con la información analizada de las quejas y denuncias sobre extracción de arena de Providencia, las áreas más vulnerables de la extracción de arena son en su orden Manzanillo, Smooth Water Bay, Old Town Bay, Rocky Point, Santa Catalina; las áreas de media vulnerabilidad Bottom House, Lazy Hill, Free Town Bay, Maracaibo; las áreas muy baja vulnerabilidad Allan Bay y Freshwater Bay (Britton, 2002), (Figura 7)



Figura 7. Extracción de arena coralina

3.3.1.1.5. Rellenos y construcciones sobre el litoral

El adecuar terrenos en el mar, así sea en zonas someras y no cercanas a los arrecifes, tiene un efecto directo por la sedimentación que dichas actividades conllevan que resulta en la destrucción no solo de áreas de totales, sino de pastos marinos. (Figura 8).



Figura 8 Relleno y construcción de muro sobre la línea de costa.

Aunque recientemente en el Archipiélago los rellenos no son permitidos y las construcciones sobre el litoral están siendo restringidas y controladas, se desconoce el efecto que tuvieron sobre los arrecifes y los otros ecosistemas marinos las construcciones en el litoral como la carretera circunvalar y el aeropuerto.

3.3.1.1.6. Dragados

El dragado en las zonas aledañas y arrecifales tiene un efecto devastador que incluye la muerte de corales y otros organismos arrecifales, la migración de

especies móviles como peces, la desaparición de hábitats y una alta sedimentación.

Si se considera en un futuro, un posible dragado para ampliar el canal de acceso de embarcaciones en la Isla de Providencia, tendrían que contar con un estudio preliminar para minimizar los efectos del mismo sobre las comunidades marinas de las islas.

3.3.1.1.7. Daño por tráfico de embarcaciones y encallamientos

El tráfico de embarcaciones incluye golpes con la propela, el casco, el ancla y la cadena del ancla sobre los arrecifes coralinos, que causan fragmentación, raspaduras y muerte en corales entre otros. El grado de daño por las embarcaciones puede variar enormemente.

Los encallamientos y hundimientos de barcos y lanchas son una fuente potencial de muerte para los arrecifes coralinos, no solamente por el daño físico inicial que hacen las embarcaciones al chocar contra el arrecife, sino por la liberación a través de los años de sustancias del casco de la nave y por el movimiento que se puede presentar al haber tormentas que afectan grandes áreas arrecifales (Zea *et al.*, 1998).

En Providencia recientemente el encallamiento de la embarcación Sultán, sobre la barrera en el sector de Crab Cay, es un ejemplo claro de esta situación donde se afectó un área aproximada de 1254 m² esto no incluye el daño causado por el ancla, durante la inmersión solo se observó la cadena del ancla, probablemente esta se encuentra a mayor profundidad y fuera de la barrera arrecifal, la cadena también produjo daños en el arrecife con su arrastre. Se observó la huella del impacto de la embarcación contra la zona arrecifal como el efecto de una

aplanadora y trituradora. Se estimó que aproximadamente el 60 al 70 % de las porciones superiores y salientes del arrecife (Espolones y surcos naturales) en el área se encuentran impactadas. (Figuras 9,10 y 11).



Figuras 9 y 10. Barco encallado sobre la barrera arrecifal y su contenedor impactando el fondo coralino.



Figura 11 Cabeza de coral impactadas

Además se observaron daños sobre las siguientes especies y formaciones coralinas: *Diploria strigosa* (7) *Diploria labyrinthiformis* (4), Pináculos (5: dominados por *Millepora complanata*, *Millepora alcicornis* y *Zoanthideos*). (obs. pers. e Informe técnico de visita 055-02-CORALINA).

3.3.1.1.8. Contaminación por hidrocarburos

Aunque no se tiene el conocimiento preciso sobre el efecto de los hidrocarburos sobre los corales, se sabe que son una fuente de contaminación que alteran las

características del agua marina, y que pueden, si las concentraciones son altas, obstruir el intercambio de gases con la atmósfera y se puede aumentar la temperatura del agua.

En Providencia, la localización de la planta eléctrica en cercanía a la línea de costa presenta una condición de riesgo para cualquier derrame de hidrocarburos. Por el tipo de tanqueo que se realiza a lanchas y otras embarcaciones es posible que se presenten derrames accidentales, al igual que en el sector portuario.

Se ha observado un alto contenido de grasas y aceites en los puntos del muelle Santa Isabel y electrificadora, sitios propensos a la contaminación por aceites lubricantes usados. Los valores en ambas estaciones son fluctuantes a lo largo de los monitoreos ya que este contaminante no se dispersa uniformemente en la columna de agua. Igualmente en estas estaciones se han presentando contenidos altos de materia orgánica, lo que evidencia la influencia de aguas residuales posiblemente por las actividades antrópicas que allí se desarrollan (Abdul Azis & Amaya, 2001)

La contaminación por hidrocarburos no ha sido ampliamente estudiada en el país (Díaz et al., 1995). Sin embargo, algunos estudios realizados en Panamá, Aruba, Venezuela y el Golfo Pérsico han demostrado que la contaminación con hidrocarburos conlleva a pérdidas considerables en la diversidad de corales, disminución de peces y aumento de la susceptibilidad del ecosistema a otros impactos (Pérez, 1980; Callum et al., 1993; Dodge y Knap, 1993; Eakin et al., 1993).

3.3.1.2. Agentes Naturales

La generalizada mortandad de corales en los arrecifes puede ser atribuida a uno o varios factores naturales (sinergismo) que incluyen mareas bajas, erupciones volcánicas, sobrecalentamiento del agua marina, mareas rojas, tormentas, huracanes, enfermedades epidémicas, proliferación de algas y aumento de número de depredadores. A continuación se detallan algunos que presenta o son factibles que sucedan en el Archipiélago:

- ◆ **Huracanes, tormentas y lluvia (escorrentía)**
- ◆ **Cambios de temperatura**
- ◆ **Proliferación de algas**
- ◆ **Enfermedades epidémicas**

3.3.1.2.1. Huracanes, tormentas y lluvia (escorrentía)

Los efectos de las tormentas y huracanes sobre los arrecifes coralinos comprenden la destrucción física de los organismos arrecifales por acción del oleaje, el incremento de la sedimentación, la turbidez y escorrentía, la disminución temporal de la salinidad superficial y la liberación de nutrientes provenientes de los tejidos dañados.

Dichos efectos están determinados por varios factores: la dirección e intensidad de la tormenta, el peso y la energía de la ola resultante, el tipo de relieve vertical, la existencia de barreras de protección a la influencia directa, el tipo de comunidad arrecifal y su susceptibilidad a las condiciones de alta energía, además de los antecedentes históricos de deterioro de la zona. Investigaciones realizadas en el Caribe sugieren que en términos de la susceptibilidad de los corales a los efectos de las tormentas y huracanes, los corales más sensibles son los ramificados, *Acropora palmata*, *A. Cervicornis* y *Porites porites* (Birkeland, 1997).

En el mar Caribe se han presentado desde la década de los ochenta una serie de huracanes de los que se tienen reportes por destrucción arrecifal a su paso. En 1917 se describieron los efectos del huracán David y Federick en St. Croix, en 1980 fueron reportados daños en áreas arrecifales de Jamaica y Barbados ocasionados por el huracán Allen. El huracán Gilbert, en 1988, produjo el deterioro de formaciones coralinas en Jamaica. En 1989, arrecifes en St. Croix fueron afectados por el huracán Hugo y en 1991 el huracán Andrew causó varios daños localizados en la Florida (Birkeland, 1997).

Al estar el archipiélago dentro del cinturón de huracanes fenómenos como lluvias fuertes, tormentas tropicales y huracanes son posibles sucesos fuente de deterioro coralino, en 1988 y 1996 las colas de los huracanes Joan y Cesar afectaron las áreas arrecifales pero nunca se hicieron los estudios necesarios para evaluar su efecto en los mismos.

3.3.1.2.2. Cambios de temperatura.

El blanqueamiento es la respuesta de los corales a una variedad de tenses, tanto naturales como de origen humano, los cuales causan la degeneración y pérdida masiva de las zooxanthelas de los tejidos. En algunos casos y áreas, el blanqueamiento puede ser una característica regular de acuerdo a las adaptaciones estacionales que sufren los corales como adaptación a las fluctuaciones ambientales. Por tal motivo, una vez que la fuente de estrés desaparece los corales afectados se pueden recuperar y los niveles de algas simbióticas normalizarse. Sin embargo, esto depende de la duración y la severidad de la alteración ambiental, ya que una exposición prolongada puede conducir a la muerte parcial o total no solo de colonias individuales sino de grandes áreas arrecifales.

El mecanismo del blanqueamiento aún no se ha entendido con certeza, sin embargo algunos experimentos realizados han demostrado que las altas temperatura pueden inducir el blanqueamiento de los corales a corto plazo (varias semanas) con una elevación de 1 a 2 °C perturbando la habilidad de las zooxantelas de para fotosintetizar. (Birkeland, 1997; Díaz et al., 1995; International Society for Reef Studies, 1998).

Aunque la mayoría de los casos de blanqueamientos en gran escala en las últimas dos décadas han sido relacionados a elevadas temperaturas de la superficie marina (TSM) y en general a los puntos calientes (*Hot spot*), las fuentes de estrés que causan blanqueamiento incluyen también: niveles altos de luz ultravioleta, bajas condiciones de luz, alta turbidez y sedimentación, enfermedad, salinidad anormal y contaminación.

Un *Hot spot* (punto caliente) es un área donde las TSM han excedido el máximo anual esperado en una localidad (la temperatura máxima por año, promediada para un periodo de 10 años).

En muchos lugares del Pacífico, El Niño (1997-1998) parece haber sido un factor significativo en la manifestación de eventos severos de blanqueamiento de corales. Al parecer también influenció el blanqueamiento en el Mar Caribe y Océano Atlántico por cambios en la circulación atmosférica a través de la influencia de El Niño en los patrones climáticos globales. Sin embargo, el blanqueamiento de corales también a sucedido en años en que no se presenta El Niño y se ha reconocido que otros factores fuera de la altas temperatura superficiales altas pudieran estar implicadas, tales como vientos, cobertura de nubes y precipitación.

Para el año 2100 se espera que la temperatura del mar se haya incrementado en 1°C - 2°C (Bijlsma et al. 1995). Este cambio de temperatura representa una mayor posibilidad de que la temperatura excedan los niveles de tolerancia normales durante los periodos más calientes de las normales fluctuaciones estacionales, resultando en un aumento de la frecuencia de casos de blanqueamiento. Por otro lado, un incremento en la temperatura puede representar que áreas que ahora se encuentran fuera del rango adecuado para el crecimiento de arrecifes de coral se vuelvan adecuadas, resultado una reorganización de la distribución geográfica (Westmacott et al. 2000).

La evidencia de blanqueamiento coralino en el caribe insular se reportó desde a finales de los ochenta y principios de los noventa (Garzón-Ferreira y Díaz, 1998).

Durante la evaluación rápida de arrecifes en las islas de Providencia y Santa Catalina se pudo detectar blanqueamiento en casi todas las estaciones muestreadas, el 84% de ellas lo presentan pero en abundancias bajas. (García y Pizarro 2002) (Figura 12)



Figura 12 .Blanqueamiento en *Meandrina meandrites*

3.3.1.2.3. Proliferación de algas

El crecimiento de las algas sobre los corales esta relacionado con la disminución de organismos herbívoros y al aumento de la entrada de nutrientes a las aguas costeras. La mortandad masiva del erizo de mar, *Diadema antillarum*, ocurrida entre 1982 y 1984 en el Caribe trajo consigo cambios en la estructura de las comunidades arrecifales aumentándose significativamente la cobertura de algas que le servían de alimento ahogando los corales vecinos (Díaz-Pulido, 1997).

En Providencia se observa una gran abundancia de algas, al igual que lo observado por Díaz *et al.* (1996, 2000) lo cual es un signo del deterioro coralino. A esto se le debe sumar que hasta ahora está comenzando la recuperación del erizo negro lo que puede, en unos años llevar a un nuevo cambio en los porcentajes de cobertura de los organismos bentónicos.

Se identificaron 24 especies de macroalgas. Como se esperaba las algas más abundantes fueron las pertenecientes a los géneros *Dyctiota*, *Halimeda* y las del Phylum Cyanophyta. La diversidad en la isla, al igual que los peces, fue relativamente homogénea con unas áreas de mayor diversidad en el sector de White Water, algunas áreas aledañas a la barrera en el costado este de la isla, cerca de los pináculos, y en el extremo suroeste de la plataforma insular. También se aprecian algunas áreas de baja diversidad principalmente en las proximidades de la barrera arrecifal y las islas. (García y Pizarro, 2002)

En Providencia y Santa Catalina existen extensas áreas arrecifales, en zonas cercanas a la barrera arrecifal, cubiertas casi en su totalidad por el alga parda *Turbinaria turbinata*. como se observa en la figura 13 (García y Pizarro, 2002)



Figura 13 Área coralina cubierta por *Turbinaria turbinata*

3.3.1.2.4. Enfermedades epidémicas

En los últimos años se han registrado en el Caribe mortandades generalizadas de corales cuyo origen está relacionado con infecciones de tipo bacteriano (Díaz et al., 1995), como: banda negra, banda blanca, lunares oscuros y banda amarilla.

En Providencia y Santa Catalina durante la evaluación rápida de arrecifes ERA-2001 se identificaron 8 tipos de enfermedades y 6 elementos indicadores de la salud coralina. en corales pétreos. El orden, de mayor a menor presencia de estos elementos fue: plaga blanca, blanqueamiento, lunares oscuros, palidecimiento, cubrimiento por esponjas, presencia de peces damisela (*Stegastes* spp), mordiscos, cubrimiento por macroalgas, banda negra, presencia de organismos excavadores (e. g. poliquetos) y moluscos coralívoros (*Coralliophila caribea*), banda amarilla, cubrimiento por ascidias, banda blanca y lunares claros. (Figuras 14; 15, 16; García y Pizarro, 2002).



Figura 14. Banda negra en *Montastraea cavernosa*

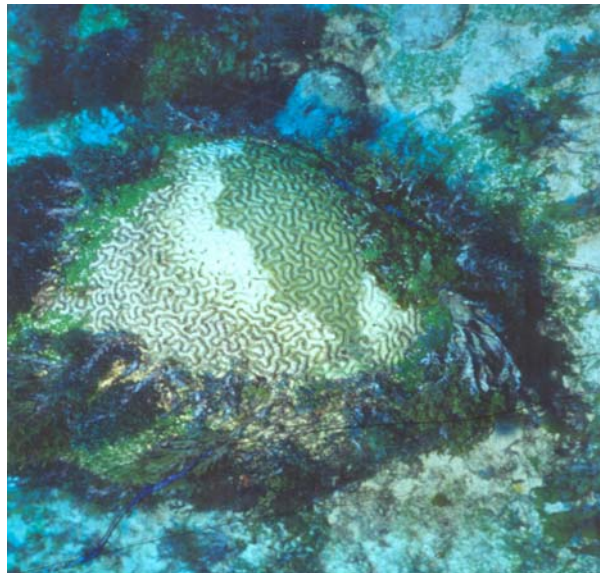


Figura 15. Plaga blanca en *Diploria strigosa*



Figura 16. Lunares claros en *Siderastrea siderea*

Durante la evaluación rápida de arrecifes en las islas de Providencia y Santa Catalina se identificaron las enfermedades antes mencionadas en 29 especies de coral duro. Las especies con mayor presencia de enfermedades fueron: *Siderastrea siderea*, *Agaricia agaricetes*, *Montastraea annularis*, *Montastraea franksii*, *Porites porites* y *Diploria strigosa*. Sin embargo, en algunos casos como en *Acropora cervicornis*, el número de colonias no fue alto debido a su baja abundancia. Las estaciones con mayor presencia de enfermedades fueron la 33, 3, 18, 56, 9, 5, 29, 13 y 10. (García y Pizarro, 2002).

La enfermedad banda negra es causada por la cianobacteria *Phormidium corallyticum* con asociación de otros microorganismos. Las especies de coral más afectadas son *Siderastrea siderea*, *Diploria strigosa*, *D. labyrinthiformis*, *Colpophyllia natans*, *Montastraea cavernosa*, *M. annularis*, *M. franksii* y *M. faveolata* aunque también afecta a algunos octocorales (Rützler & Santavy, 1983).

3.3.2. Lista de chequeo

La lista de chequeo de las actividades, amenazas y el efecto sobre el arrecife recopila toda la información suministrada por la comunidad en los diferentes talleres realizados, así como observaciones personales realizadas en campo (Tabla 1).

Tabla 1. Lista de Chequeo de las amenazas que sufren los arrecifes de Providencia según la actividad impactante, la amenaza el posible efecto en los corales; resultado del primer taller realizado con los usuarios del arrecife.

ACTIVIDAD IMPACTANTE	AMENAZA	EFEECTO ARRECIFE DE CORAL
Extractivas		
Pesca Artesanal	Sobrepesca	Perdida de Biodiversidad
		Disminución de organismos
	Daño físico por arte de pesca	Muerte
		Fragmentación
		Desequilibrios en el sistema
	Daño físico por embarcación y tránsito	Muerte
Fragmentación		
Desequilibrios en la composición		
Extracción de organismos	Explotación	Perdida de Biodiversidad
		Disminución de organismos
		Desequilibrios en el sistema
	Daño físico	Muerte
Fragmentación		
Desequilibrios en la composición		
Pesca de furtiva	Sobrepesca	Perdida de Biodiversidad
		Disminución de organismos
	Daño físico por arte de pesca	Muerte
		Fragmentación
		Desequilibrios en el sistema
	Daño físico por embarcación y tránsito	Muerte
Fragmentación		
Desequilibrios en la composición		
Extracción de arena	Desestabilización del sustrato	Muerte parcial
		Muerte total
		blanqueamiento o palidecimiento
	Sedimentación	Muerte parcial
		Muerte total
		blanqueamiento o palidecimiento
Turismo y recreación		
Buceo	Daño físico por embarcación y tránsito	Muerte
		Fragmentación
	Daño físico por malas practicas de buceo	Muerte
		Fragmentación
		Resuspensión de sedimentos
	Sobrecarga	Desequilibrios en la composición
		Migración de especies
	Extracción	Disminución de organismos

ACTIVIDAD IMPACTANTE	AMENAZA	EFEECTO ARRECIFE DE CORAL	
Bañistas	Daño físico por embarcación y tránsito	Muerte	
		Fragmentación	
	Daño físico por malas practicas de buceo	Muerte	
		Fragmentación	
		Resuspensión de sedimentos	
	Sobrecarga	Desequilibrios en la composición	
		Migración de especies	
	Extracción	Disminución de organismos	
	Residuos sólidos	Muerte total	
		Muerte parcial	
Modificación de la estructura			
Actividades Náuticas	Daño físico	Muerte	
		Fragmentación	
		Desequilibrios en la composición	
		Migración de especies	
	Residuos sólidos	Muerte total	
		Muerte parcial	
		Modificación de la estructura	
	Suspensión de sedimentos	Muerte total	
		Muerte parcial	
		Modificación de la estructura	
	Contaminación por hidrocarburos	Muerte	
	Desarrollo Costero		
	Rellenos	Suspensión de sedimentos	Muerte total
Muerte parcial			
Dragados	Daño físico	Modificación de la estructura	
		Muerte	
		Fragmentación	
	Extracción	Desequilibrios en la composición	
		Migración de especies	
		Desaparición de hábitats	
Suspensión de sedimentos	Disminución de organismos		
	Desaparición de hábitats		
	Muerte total		
Daño físico	Daño físico	Muerte parcial	
		Modificación de la estructura	
		Muerte	
		Fragmentación	
Construcciones sobre el litoral	Suspensión de sedimentos	Desequilibrios en la composición	
		Migración de especies	
		Muerte total	
	Residuos sólidos	Muerte parcial	
		Modificación de la estructura	
		Muerte total	
		Muerte parcial	
		Modificación de la estructura	

ACTIVIDAD IMPACTANTE	AMENAZA	EFEECTO ARRECIFE DE CORAL	
Desarrollo Costero			
Aguas residuales	Suspensión de sedimentos	Muerte total	
		Muerte parcial	
		Modificación de la estructura	
	Eutroficación	Modificación de la estructura	
		Desequilibrios en la composición	
		Muerte parcial animales sésiles	
		Sobrecrecimiento de algas	
Migración de especies			
Tráfico de embarcaciones	Residuos sólidos	Muerte total	
		Muerte parcial	
		Modificación de la estructura	
	Suspensión de sedimentos	Muerte total	
		Muerte parcial	
		Modificación de la estructura	
	Contaminación por hidrocarburos	Muerte	
	Zona portuaria	Residuos sólidos	Muerte total
			Muerte parcial
Modificación de la estructura			
Suspensión de sedimentos		Muerte total	
		Muerte parcial	
		Modificación de la estructura	
Daño físico por embarcación y tránsito		Muerte	
		Fragmentación	
Contaminación por hidrocarburos		Muerte	
Agua de sentina		Muerte por contaminación	
		Entrada de especies foráneas al sistema	
		Migración de especies	
		Modificación de la estructura	
	Desequilibrios en la composición		
Eutroficación del sistema			
Plantas de energía	Contaminación por hidrocarburos	Muerte	
	Residuos sólidos	Muerte total	
		Muerte parcial	
		Modificación de la estructura	

ACTIVIDAD IMPACTANTE	AMENAZA	EFEECTO ARRECIFE DE CORAL	
Desarrollo Costero			
Zona turística	Residuos sólidos	Muerte total	
		Muerte parcial	
		Modificación de la estructura	
	Suspensión de sedimentos	Muerte total	
		Muerte parcial	
		Modificación de la estructura	
	Eutroficación	Modificación de la estructura	
		Desequilibrios en la composición	
		Muerte parcial animales sésiles	
		Sobrecrecimiento de algas	
	Daño físico	Migración de especies	
		Muerte	
		Fragmentación	
		Desequilibrios en la composición	
Migración de especies			
Zona Comercial	Residuos sólidos	Desaparición de hábitats	
		Muerte total	
		Muerte parcial	
	Suspensión de sedimentos	Modificación de la estructura	
		Muerte total	
		Muerte parcial	
	Eutroficación	Modificación de la estructura	
		Desequilibrios en la composición	
		Muerte parcial animales sésiles	
		Sobrecrecimiento de algas	
	Migración de especies		
	Investigación y monitoreo		
	Monitoreos tipo CARICOMP, SIMAC, CORAL REEF. Evaluaciones tipo ERA	Suspensión de sedimentos	Muerte total
			Muerte parcial
Modificación de la estructura			
Daño físico		Migración de especies	
		Fragmentación y muerte	
		Desequilibrios en la composición	

3.3.3. Resultados del segundo taller con usuarios e instituciones (Cuestionario, Matriz de Leopold y Mapa) y de los documentos enviados vía electrónica.

Todos los cuestionarios desarrollados se digitalizaron y analizaron con el fin de obtener un resultado final consolidado del mismo. De igual forma todas las matrices desarrolladas según los usuarios de la comunidad, instituciones y científicos se sumaron para obtener una cualificación de la vulnerabilidad actual de los arrecifes de Old Providence y Santa Catalina por impacto (amenaza). Los resultados finales se ven en la tabla 2 y en el total se resaltaron en color amarillo los valores menores a los demás, en agua marina los valores medios, en fucsia los valores altos y en rojo los mayores. Como se observa los resultados de los diferentes grupos coinciden en su mayoría con los totales. Los cuadros en blanco son aquellos que los grupos y/o investigadores no consideraron como pertinentes.

De acuerdo con los resultados de la matriz de Leopold los impactos que afectan a los arrecifes en las islas de Providencia y Santa Catalina son en su orden de mayor a menor los siguientes:

- Suspensión de Sedimentos. ●
- Residuos Sólidos ●
- Daño físico por embarcaciones ●
- Sedimentación ●
- Desestabilización del sustrato ●
- Sobrecarga ●
- Extracción ●
- Eutroficación ●
- Daño físico ●
- Contaminación por hidrocarburos. ●
- Daño físico por malas practicas de buceo. ●

- Explotación ●
- Sobrepesca ●
- Daño físico por pesca. ●

Tabla 2. Matriz de Leopold final de cualificación de la vulnerabilidad de los arrecifes en las Islas de Old Providence y Santa Catalina según los impactos que se presentan en las islas. En amarillo se presenta la menor vulnerabilidad y en rojo la mayor. El signo negativo indica que el impacto es negativo, el número de la parte superior indica la vulnerabilidad de los arrecifes por dicho impacto y el inferior es extensión del mismo.

Matriz de Identificación de Impactos (causa-efecto) de las actividades desarrolladas en Providencia y Santa Catalina

IMPACTOS	GRUPOS E INSTITUCIONES							
	G1-MCANO	G2-ROBINSON	G3-HHOWARD	G4-STAYLOR	G-UJAJEVERIANA	G-LJNAL	G-INVEEMAR	TODOS
Sobrepesca	-7/11	-10/12	-8/7	-8/6	-5/9	-14/11	-10/12	-62/68
Daño físico por pesca	-8/9	-9/11	-5/3	-7/8	-4/6	-10/11	-5/3	-48/51
Daño físico por embarcaciones	-17/18	-30/34	-18/19	-17/17	-22/23	-25/32	-17/12	-146/155
Desestabilización del sustrato	-10/18	-24/29	-11/17	-19/17	-22/19	-30/32	-11/11	-127/143
Suspensión de sedimentos	-15/30	-35/36	-13/18	-20/28	-26/25	-27/53	-21/16	-167/206
Explotación	-10/12	-14/14	-9/10	-11/10	-10/9	-12/14		-66/69
Daño físico por malas practicas de buceo	-5/9	-19/20	-7/8	-12/12	-11/12	-6/22	-6/5	-66/88
Sobrecarga	-11/14	-36/42	-7/8	-12/12	-26/24			-92/100
Extracción	-13/13	-26/29	-10/11	-15/14	-13/11	-5/25	-4/3	-86/106
Residuos sólidos	-15/30	-34/39	-14/17	-28/25	-14/12	-23/41	-25/15	-153/179
Sedimentación	-10/23	-25/33	-10/16	-24/22	-24/16	-24/34	-12/10	-129/154
Contaminación por hidrocarburos	-5/10	-15/19	-3/3	-10/10	-12/6	-10/17	-13/5	-68/70
Daño físico	-6/22	-19/24	-6/7	-7/7	-14/11	-15/23	-10/10	-77/104
Eutroficación	-8/17	-15/19	-9/16	-15/11	-8/5	-10/16	-15/11	-80/106

35-70	bajo
70-105	medio
105-140	alto
140-175	muy alto

4. DISCUSION

A nivel mundial, los arrecifes coralinos, se encuentran bajo una gran presión negativa debido a las interacciones directas o indirectas entre el hombre y el ecosistema, así como por perturbaciones naturales que acompañan y/o potencian los efectos antropogénicos (Ginsburg, 1994).

Los arrecifes que se encuentran en el Caribe y en el Océano Atlántico la gran mayoría se localizan a lo largo de la costa centroamericana y en las islas caribeñas.

Según Bryant *et al.*, (1998) indica que casi dos tercios de los arrecifes de la región se encuentran en riesgo (alrededor de un tercio en alto al riesgo). La sedimentación proveniente de la deforestación de las tierras altas, las prácticas agrícolas pobres, el desarrollo costero, la contaminación, y la sobrepesca son las amenazas mayores en muchos de los arrecifes de la región.

La mayoría de los arrecifes de las Antillas Mayores y Menores (incluso Haití, República Dominicana, Puerto Rico, Dominica, y Barbados) están bajo la amenaza potencial alta. Todos los arrecifes de las Antillas Menores están en riesgo. Casi todos los arrecifes de los cayos de la Florida están en amenaza moderada, en cuanto a desarrollo costero, a las prácticas agrícolas impropias, sobrepesca de especies como el caracol y la langosta, la polución asociadas con el desarrollo costero y la agricultura. Los arrecifes de Bahamas, la Península de Yucatán, Belice, Honduras, y Nicaragua está en un nivel de medio debido a la actividad humana (Bryant *et al.*, 1998).

Según Bryant *et al.*, 1998, los arrecifes de las islas de San Andrés, Old Providence y Santa catalina se encuentra en riesgo moderado como se observa en la figura

17 donde se muestra el Grado de Amenazas que soportan las áreas arrecifales en América Tropical.

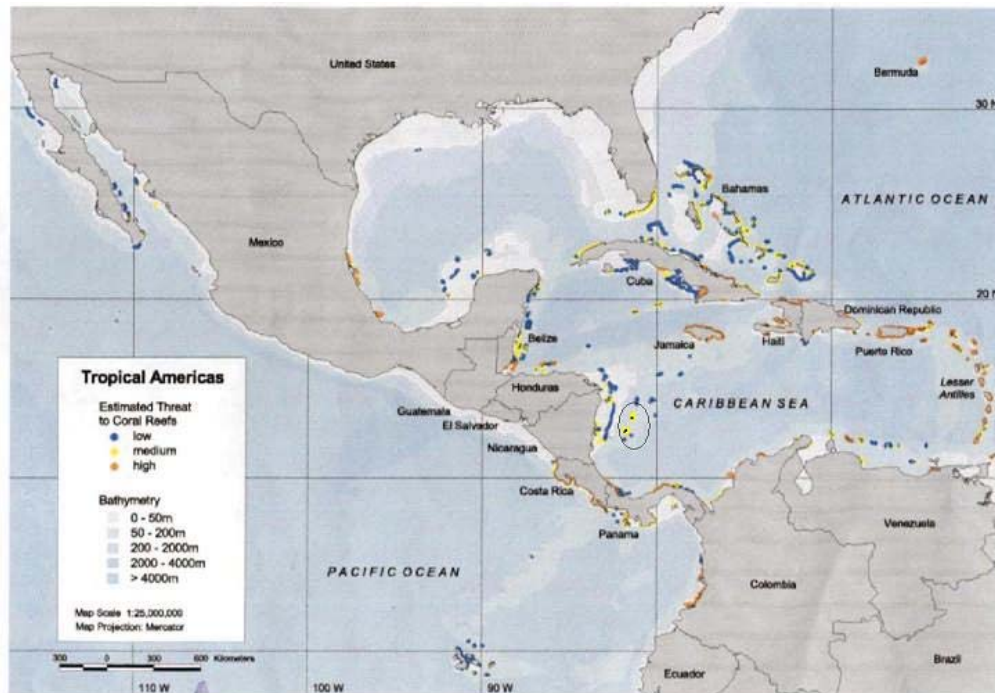


Figura 17. Grado de Amenazas que soportan las áreas arrecifales en América Tropical. San Andrés y Providencia se encuentran en un nivel medio. Tomado de Bryant *et al*, 1998)

Según los resultados obtenidos en este estudio, los arrecifes de Providencia y Santa Catalina se encuentran sometidos en la actualidad a una serie de tensores relacionados principalmente por los problemas de suspensión de sedimentos, residuos sólidos y daños físicos por embarcaciones, mientras las amenazas que vulnerabilizan en menor grado los arrecifes en las islas son daño físico por pesca, sobrepesca, explotación, daño físico por malas prácticas de buceo y contaminación por hidrocarburos.

Teniendo en cuenta lo anterior la sedimentación degrada los arrecifes coralinos por incremento de la turbidez del agua, que reduce la penetración de la luz al fondo coralino, impidiendo la fotosíntesis de algas simbiotas y por deposición de

sedimentos en la superficie de los corales y otros organismos arrecifales asfixiándolos (Díaz-Pulido, 1997).

Según Rogers (1990) el impacto sobre las áreas coralinas por el aumento de la sedimentación y la eutroficación asociada a la descarga de agua dulce desde las zonas de ladera hacia el mar pueden causar los siguientes efectos:

1. Incremento en la abundancia de algas como resultado de un rápido crecimiento en respuesta a la disponibilidad de nutrientes.
2. Incremento en la abundancia de corales blandos y de otros invertebrados bentónicos heterotróficos (como filtradores: como esponjas ascidias como resultado de un rápido crecimiento en respuesta a la disponibilidad de nutrientes
3. Pérdida de la cobertura coralina puesto que el alto costo metabólico que debe asumir el coral por sofocamiento de sus pólipos y la competencia con otras especies como algas, corales blandos y otros organismos bentónicos dan como resultado de un crecimiento bajo.
4. Disminución de la riqueza de especies de coral puesto que más probable la mortalidad de especies vulnerables a la sedimentación y a la competencia.
5. Disminución de la diversidad de especies de coral y aumento de la dominancia de las especies de coral resistentes a los sedimentos en suspensión.
6. Cambios en el tamaño de las colonias de coral, y pueden presentarse dos respuestas:
 - a. El tamaño disminuye, presentándose mortalidad parcial, crecimiento lento, puesto que es más eficiente la colonia pequeña cubriéndose de la sedimentación.
 - b. El tamaño de la colonia quizás aumenta como respuesta a una sobrevivencia selectiva y el crecimiento de especies más resistentes al estrés y con el reclutamiento reducido.

Con el estudio de estado actual y biodiversidad de los arrecifes de Providencia y Santa Catalina de García y Pizarro (2002) se observa que los efectos 1, 2, 3 se están presentando en el área, desafortunadamente para detectar los efectos 4,5 y 6 se necesitan datos anteriores al estudio para comparar.

Aunque la migración de nuevos pobladores esta regulada en las islas y su población se encuentra en 4000 habitantes, la falta de un adecuado sistema de tratamiento de las aguas residuales en algunos sectores, y el no contar con un lugar apropiado para la disposición final de residuos sólidos, hacen que las actividades antrópicas en la zona sean factores que potencian niveles de riesgos y amenazas para las áreas arrecifales y aumenten. la degradación del arrecife, que se ve reflejado en muchos casos por el aumento en la incidencia de enfermedades, disminución en la cobertura coralina y aumento en la cobertura y abundancia de algas, que han llegado a dominar en algunos lugares (Díaz *et al.*, 1996; García y Pizarro 2002, obs. pers).

Los problemas de contaminación por aguas residuales y residuos sólidos en los diferentes arroyos de las islas como son Lazy Hill, Freshwater Bay, Gamma Dit Gully, Dispute Gully, Maracaibo que afectan el litoral y las áreas marinas adyacentes se encuentran documentados por varios autores en diferentes documentos sobre ecología regional y en el Plan de Usos del Suelo de Providencia (Márquez, 1987; Howard *et al.*, 1997)

El daño físico por embarcaciones se le puede atribuir a diferentes actividades turísticas, pesqueras y de transporte de materiales desarrolladas en las Islas de Providencia y Santa Catalina. Dentro de las cuales se pueden enumerar el tránsito con lanchas y otros botes de navegación, los daños por anclas y el encallamiento de embarcaciones

Evidencias de los efectos degradativos por daño físico por embarcaciones están documentadas para las islas. En cuanto al daño físico por anclas que se presenta como una de las amenazas de nivel alto más que San Andrés puesto que la disponibilidad de áreas arenosas es menor. El 75% de las salidas de buceo producen incidentes de anclaje, donde 46,22% de las coberturas son vivas diferentes a alga (Gallo & Martínez, 2002)

Por otro lado el daño físico de las áreas arrecifales por el encallamiento de embarcaciones por condiciones climáticas desfavorables, por el desconocimiento del área y la falta de pericia y precaución de algunos navegantes son una amenaza alta en Providencia y Santa Catalina (Informe técnico de visita 055-02-CORALINA y obs. pers.)

A pesar que los fenómenos naturales son una fuente de destrucción arrecifal alta, no están considerados como una amenaza fuerte para las islas, posiblemente debido a la baja ocurrencia de huracanes y tormentas tropicales. A esto se le suma la falta de información científica sobre los efectos que han tenido fenómenos naturales, como El NIÑO sobre los arrecifes del archipiélago

En cuanto a las amenazas con grados menores según la matriz de vulnerabilidad para el presente estudio como son las actividades pesqueras en las áreas arrecifales se ha presentado en los últimos años disminución de tallas y oferta de especies de consumo, lo cual fue corroborado por los pescadores artesanales; en los diferentes talleres. Además expresaron con preocupación el aumento de la pesca furtiva con arpón y tanque. La pesca con arpón puede ser perjudicial para el arrecife en dos formas, al ser una pesca selectiva generalmente los individuos de mayor tamaño son capturados, los cuales son también los peces de mayor capacidad reproductiva y muchas veces el arpón golpea los corales y presenta daño físico. La pesca con línea es menos perjudicial, pero el nylon puede causar

fraccionamiento de las colonias al enredarse en los corales, especialmente los ramificados.

El uso de los arrecifes por parte de la comunidad es bajo, en la actualidad los principales usos de los arrecifes son la pesca y el buceo, para lo primero, como se dijo anteriormente el volumen de pesca y los tamaños de las capturas han disminuido corroborado lo anterior por los pescadores artesanales durante los talleres realizados en el marco del proyecto Restauración de Corales.

Por otro lado, la amplia participación e incidencia de las actividades de buceo en el mercado turístico de la isla, así como la superior capacidad de acogida respecto a San Andrés y otros destinos turísticos de Colombia, indica dicho renglón como clave en cualquier estrategia de ecoturismo o turismo sostenible que se plantee para la isla y el archipiélago; La capacidad de atención puede crecer notoriamente si se mejoran los protocolos de servicio de los profesionales y la infraestructura necesaria para tratar con eventuales emergencias. También puede crecer, lo cual parece deseable por la incidencia socioeconómica del renglón, si se considera que existe otra tienda de buceo fuera de servicio, la cual no se incluyó en los cálculos. Esta, solo requiere disposición de profesionales del ramo y ocasionar mayor afluencia turística; La capacidad hotelera, no necesariamente ha de ser ampliada hasta que la proporción de ocupación alcance niveles económicamente sostenibles para la infraestructura actualmente instalada (340 camas) fueron algunas de las conclusiones al hacerse un estudio sobre Gestión Ambiental de Visitantes para Áreas de Buceo de las islas Providencia y Santa Catalina (Gallo y Martínez, 2002).

Por lo menos 11% de los arrecifes del mundo califican como “hot spot de biodiversidad donde la riqueza de especies es alta pero también están sometidos a amenaza de nivel alto. El Caribe surge como otro hot spot de biodiversidad importante donde aproximadamente 18% de arrecifes de la región exhiben

abundancias altas de peces arrecifales pero sometidos a riesgos muy altos para poder asegurar su sostenibilidad. Esto incluye la mayoría de las comunidades coralinas de Jamaica, Puerto Rico, y las Antillas Menores (Guadalupe, Dominica, Martinica, y otras islas). (Bryant *et al*, 1998).

También se han identificado otras áreas como hot spots de diversidad como Cómodo Tanzania, y Fiji. ¿Qué implicación tiene esto en lo referente a las prioridades para protección y conservación inmediata? Algunos científicos defienden la selección de nuevos sitios de para la protección y conservación de los recursos naturales renovables como los parques y reservas. Ellos promueven que planificadores y gestores del medio ambiente protejan sitios de alta biodiversidad se encuentran altamente amenazados y sitios donde la presión humana y la perturbación humana sean bajas—donde es más fácil de crear y mantener parques y reservas.

El Archipiélago de San Andrés y Providencia cuenta en la actualidad con una serie de medidas precisas y encaminadas a la conservación de los ecosistemas marinos y terrestres, y del patrimonio cultural. Sin embargo el cumplimiento de la reglamentación es bajo, lo que conlleva a un desequilibrio en los ecosistemas que se refleja en la pérdida de los mismos.

Los arrecifes de Providencia y Santa Catalina se encuentran actualmente bajo una serie de amenazas que lo tienen bajo una vulnerabilidad baja, la cual se puede mantener si el cumplimiento de las reglamentaciones, normas y leyes se vuelven más estrictas. Además es primordial continuar con los procesos educativos dirigidos a los diferentes grupos y usuarios de la comunidad de los ambientes marinos quienes a veces por desconocimiento de la importancia los mismos como fuente de recursos de consumo, económico, y como de protección para la zona costera no lo conservan y mantiene de forma adecuada.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Considerando que la conservación de hábitat especiales es una prioridad para las acciones de manejo, es necesario determinar los impactos, la vulnerabilidad y las necesidades de conservación, no solo para la totalidad de los ecosistemas costeros objeto de la planificación y el manejo, sino también para cada una de sus partes estructurales y procesos esenciales que deben ser conservados de forma individual, manglares, playas, pastos marinos, arrecifes de corales, lagunas costeras (Clark, 1998).

Por lo tanto, la información del seguimiento y monitoreo del estado de los arrecifes y su posterior utilización para la realización de evaluaciones de impactos o amenazas y vulnerabilidad tienen una reconocida importancia en la planificación y manejo de arrecifes coralinos y de la zona costera donde se encuentra localizados.

Estas técnicas ayudan a resolver algunas de las inquietudes de autoridades administrativas y de planificación involucradas en el manejo de la biodiversidad marina y sientan las bases para la generación de planes y programas en caminados a la conservación, el establecimiento de áreas de uso múltiple y la definición de acciones de monitoreo, seguimiento e investigación en el marco del manejo integrado de zonas costeras.

Las amenazas naturales como las tormentas tropicales, huracanes y el calentamiento global son factores incontrolables, pero es posible realizar estudios para evaluar el impacto de los mismos y la posterior recuperación de las poblaciones arrecifales, lo que da la posibilidad de comprender un poco mejor las dinámicas poblacionales de los arrecifes, además de ser una herramienta para el diseño e implementación de planes de manejo de arrecifes; y de ser posible poder

en un futuro contemplar las opciones de cultivo de especies arrecifales para la repoblación de los arrecifes.

Los factores que históricamente han impactado los arrecifes coralinos de Providencia y Santa Catalina persisten en su mayoría y muchos de los casos han incrementado aún con la existencia de reglas y leyes que tienen como objetivo la disminución de los mismos. A pesar de esto la vulnerabilidad de los arrecifes en las islas es baja y se está a tiempo para controlar su degradación.

Se debe resaltar las actividades que CORALINA está haciendo para conservar los arrecifes coralinos, como la producción durante este proyecto de folletos, plegables y campañas educativas; y la elaboración de documentos como los de vulnerabilidad, los de áreas prioritarias de conservación y el Plan de Acción Calidad de Aguas Marino Costeras del Archipiélago.

Los impactos que tienen más efectos sobre la vulnerabilidad de los arrecifes de Providencia y Santa Catalina son la suspensión de sedimentos los residuos sólidos, y el daño físico por embarcaciones, por lo que para reducirlos se pueden tomar medidas como:

- Continuar con los planes de educación dirigidos a los usuarios de arrecifes para que los sientan como propios y sean los abanderados de la conservación de los ambientes marinos.
- Implementación de un sistema de boyado, tanto para embarcaciones pequeñas como grandes, con el fin de minimizar los impactos por anclaje y suspensión de sedimentos.

- Implementar la zonificación de los diferentes ambientes marinos determinado usos y actividades teniendo en cuenta el estado, biodiversidad, salud y vulnerabilidad a impactos con el fin de conservarlos y aprovecharlos sosteniblemente en el tiempo.
- Fortalecer con las fuerzas del orden el cumplimiento de la ley existente en el Archipiélago que cubra los arrecifes coralinos

6. BIBLIOGRAFÍA

Abdul Aziz E. P y Amaya R A.1999. Informe Técnico Final del Laboratorio CORALINA. Diciembre 1999.35p.

Abdul Aziz E. P y Amaya R A. 2000. Informe Técnico Final del Laboratorio CORALINA. Diciembre 2000.35p.

Abdul Aziz E. P y Amaya R A. 2001. Informe Parcial. Primera Salida de Campo, Mayo 2001. Convenio Específico de Cooperación Técnica celebrado entre INVEMAR y CORALINA. 35p.

Aronson, R. B. & W. F. Precht. 2001. Evolutionary paleoecology of Caribbean Reefs. *In*: Allmon, D. W. & D. J. Bottjer (Eds.), Evolutionary paleoecology: The ecological context of macroevolutionary change. Columbia University Press, New York, pp. 171-233.

Birkeland, C. (Ed.) 1997. Life and Death of Coral Reefs. Chapman & Hall. New York 536 p.

Bryant, D., L. Burke, J. McManus & M. Spalding. 1998. Reefs at risk. A map-based indicator of threats to the world's coral reefs. A joint publication by World

Resources Institute (WRI), International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), World Conservation Monitoring Centre (WCMC) and United Nations Environment Programme (UNEP), 56p.

Britton A. 2002. Análisis Información Quejas y Denuncias sobre la extracción de Arena en Providencia. CORALINA.

Canter, L. 1998. Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto ambiental. Segunda Edición. Mac Graw Hill. España. 841p.

Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199(24): 1302-1310.

Díaz, J. M.; J. Garzón-Ferreira & Zea, S. 1995. Los arrecifes coralinos de la Isla de San Andrés, Colombia: estado actual y perspectivas para su conservación. *Acad. Colomb. De Cien. Exac. Fis. Nat., Colec. Jorge Alvarez Lleras*, 7: 150p.

Díaz, J. M.; G. Díaz-Pulido; J. Garzón-Ferreira; J. Geister; J. A. Sánchez & S. Zea. 1996. Atlas de los arrecifes coralinos del Caribe colombiano, I: Complejos arrecifales oceánicos. INVEMAR, Santa Marta Pú. Esp., 2, 84p.

Díaz, J.M.; L. M. Barrios; M.H. Cendales; J. Garzón-Ferreira; J. Geister; M.López-Victoria; G. H. Ospina; F. Parra-Velandia; J. Pinzón; B. Vargas-Ángel; F. A. Zapata & S. Zea. 2000. Areas marinas de Colombia. INVEMAR, Santa Marta, Ser. Publicaciones Especiales, 5: 175p.

Diop, S. 2000. Assessment policy and strategy on aquatic biodiversity: Main orientations. *In: Information management and decision support for marine and biodiversity protection and human welfare: Coral reefs. Environmental information*

and assessment meeting report. Australian Institute of Marine Science. Australia, 13-16.

Gallo, F. y A. Martínez. 2002. Diseño de un Sistema de Gestión Ambiental de Visitantes para Áreas de Buceo en las Islas Providencia y Santa Catalina, Colombia. Informe Técnico Proyecto Levantamiento de Estudios y Acciones para Propiciar la Recuperación y/o Regeneración Natural de los Arrecifes Coralinos en las Aguas Costeras de las islas de San Andrés y Providencia. Convenio 1057/00 CORALINA – FONADE. 79 p.

García, M. I. y V. Pizarro. 2002. Estado y biodiversidad de los arrecifes coralinos en las islas de Providencia y Santa Catalina. Proyecto “Levantamiento de Estudios y Acciones para Propiciar la Recuperación y/o Regeneración Natural de los Arrecifes Coralinos en las Aguas Costeras de las islas de San Andrés y Providencia” Convenio 1057/00 CORALINA – FONADE, Recursos BID – Ministerio del Medio Ambiente Colombia, San Andrés Isla. 68p

Geister, J. 1973. Los arrecifes de la isla de San Andrés (Mar Caribe, Colombia). Mitt. Inst. Colombo-Alemán Invest. Cient., 7: 211-228.

Geister, J. & J. M. Díaz. 1997. A field guide to the atolls and reefs of San Andrés and Providencia (Colombia). Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium, 1: 235-262.

Geister, J. 2001. Coral life and coral death in a recent Caribbean coral reef: a thirty-year record in photographs. Bulletin of the Tohoku University Museum, 1: 114-124.

Ginsburg, R. 1994. Global Aspects of coral reefs: Health, Hazards and History. University of Miami. U.S.A. 420p.

Hawkins, J. P.; C. M. Roberts; T. Van't Hof; K. de Meyer; J. Tratalos & C. Aldam. 1999. Effects of recreational scuba diving on Caribbean coral and fish communities. *Conservation Biology*, 13(4): 888-897.

Hodgson, G. 2000. Coral Reef monitoring and management using Reef Check *In: Integrated coastal zone management, strategies and technologies for ICMZ*. ICG publishing. Pp. 169-176.

Howard N. F, Taylor A. M, Castillo B. D, Diaz H. R. Bent T. E, Robinson C, Barker J. 1997. Plan de Usos del Suelo. Plan de Ordenamiento Territorial Municipal Providencia y Santa Catalina. CORALINA. MMA. Alcaldía Municipal de Providencia y Santa Catalina. 300p

Hughes, T. P. 1994. Catastrophes, phase shifts and large-scale degradation of a Caribbean coral reef. *Science*, 265: 1547-1551.

IGAC. 1986. San Andrés y Providencia, aspectos geográficos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, 156 p.

Lessios, H. A., D. R. Robertson & J. D. Cubitt. 1984. Spread of *Diadema antillarum* mass mortality through the Caribbean. *Science*, 226: 335-337.

Márquez, G. C. 1987. Las Islas de Providencia y Santa Catalina. *Ecología Regional*. Fondo FEN Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 111 pp.

Prahl, H. Von. 1983 Notas sobre las formaciones de manglares y arrecifes coralinos en la Isla de Providencia, Colombia, pp. 57-67. En *Investigación Ecológica y Gestión Ambiental en las Islas de San Andrés y Providencia*. FIPMA. Santiago de Cali, Colombia, Junio 2-6 de 1982. 228p.

Prahl, H. Von & H. Erhardt. 1985. Colombia Corales y Arrecifes Coralinos. FEN. Colombia, Bogotá 295p

Report on Natural Hazard Mapping and Vulnerability Assessment Workshop. 1999. www.oas.org/

Rogers, C. S. 1990. Responses of Coral reefs and reef organisms to sedimentation. Mar Ecol. Prog. Ser., Vol 62 pp 185-202:185-202.

Rogers, C. S., V. Garrison & R. Grober-Dunsmore. 1997. A fishy story about hurricanes and herbivory: Seven years of research on a reef in St. John, U. S. Virgin islands. Proceedings of the 8th Coral Reef Symposium, 1: 555-560.

Rutzler, K. & D. Santavy. 1983. The black band disease of Atlantic reef corals. I. Description of a cyanophyte pathogen. P.S.Z.N.I., Marine Ecology, 4:301-319.

Solano, O. D., G. Navas & S. K. Moreno-Forero. 1993. Blanqueamiento coralino de 1990 en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario (Caribe colombiano). An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín, 22: 97-111.

Tomascik, T. & F. Sanders. 1985. Effects of eutrophication on reef building corals. I. Growth rate of the reef-building coral *Montastraea annularis*. Marine Biology, 87(2): 143-155.

Wilkinson, C. R.; S. J. Bairbridge & B. Salvat. 1997. Assessment of global coral reef status using an anecdotal questionnaire: A tool for assessment and management. Proceedings of the 8th Coral Reef International Symposium, 1: 283-288.

Williams, E. H. Jr. & L. Bunkley-Williams. 1990. The world-wide coral reef bleaching cycle and related sources of coral mortality. *Atoll Research Bulletin*, 335: 1-71.

Zea, S.; J. Geister; J. Garzón-Ferreira & Díaz, J. M. 1998. Biotic changes in the reef complex of San Andrés island (Southwestern Caribbean Sea, Colombia) occurring over nearly three decades. *Atoll Res. Bull.* 456:1-30.

ANEXO 1. Documento base diseñado e implementado en los talleres con los usuarios del arrecife y enviado a la comunidad científica.

TALLER

Impactos y Vulnerabilidad de los Arrecifes de Old Providence y Santa Catalina Islas.

ABRIL 2 DE 2002,

Los arrecifes coralinos, en Providencia, al igual que en el resto del mundo están desapareciendo lentamente. Para identificar los posibles factores que pueden estar causando la degradación de estos importantes ecosistemas se está realizando este taller. Sus aportes son de suma importancia para hacer un buen trabajo y obtener resultados confiables.

Para comenzar necesitamos que lean cuidadosamente las siguientes preguntas y respondan según los conocimientos que tengan, coloquen todas las respuestas que ustedes crean necesarias para cada pregunta. Cualquier duda que tengan la resolveremos con ustedes.

1. Se sabe que en los arrecifes han desaparecido algunas especies que antes eran comunes, escriba las razones que usted crea, han causado esta desaparición

- _____
- _____

- 1.1. Que especies se veían antes en la isla que ahora no se ven?

- _____
- _____

2. Algunas especies no han desaparecido, pero ahora es raro verlas en el arrecife, escriba las razones por las que creen que esto ha sucedido

- _____
- _____

3. En algunos sitios de los arrecifes de Providencia se ven organismos marinos muertos. Porque creen que esto sucede?

- _____
- _____

4. Los corales son los componentes más importantes de los arrecifes coralinos, por lo que si se enferman y/o se fragmentan (rompen) el arrecife cambia. En los arrecifes de

Providencia se observan fragmentos de coral, lo que puede deberse a diferentes razones, como:

- _____
- _____

5. La muerte de los corales es una de los factores más importantes en el deterioro del arrecife. En Providencia la muerte de los corales puede estar relacionada con:

- _____
- _____

6. El agua que rodea a Providencia es casi siempre cristalina, lo que permite que veamos aún en lugares relativamente profundos el fondo. Pero a veces y especialmente en algunos sitios el agua se enturbia (ensucia), den las razones por las creen que esto puede suceder:

- _____
- _____

7. En algunos lugares de los arrecifes de Providencia los corales han desaparecido casi por completo y lo que se puede ver en el fondo son montones de algas creciendo, lo que puede estar ocurriendo por:

- _____
- _____

8. Que efectos creen ustedes que tengan, sobre los arrecifes coralinos las siguientes actividades:

a. Pesca artesanal

- _____
- _____

b. Extracción de organismos (sacar del medio organismos que no son para consumo)

- _____
- _____

c. Pesca furtiva (pesca ilegal, no permitida según las leyes que rigen la isla).

- _____
- _____

d. Extracción de arena.

- _____
- _____
- e. Buceo Deportivo.
 - _____
 - _____
- f. Bañistas.
 - _____
 - _____
- g. Actividades náuticas.
 - _____
 - _____
- h. Dragados.
 - _____
 - _____
- i. Construcciones sobre el litoral. (hoteles, viviendas, e.t.c.).
 - _____
 - _____
- j. Aguas residuales.
 - _____
 - _____
- k. Residuos Sólidos.
 - _____
 - _____
- l. Trafico de embarcaciones
 - _____
 - _____
- m. Zona portuaria
 - _____
 - _____
- n. Plantas de Energía
 - _____

- _____
- o. Deforestación.
- _____
- _____
- p. Uso de Fertilizantes.
- _____
- _____
- q. Zona turística
- _____
- _____
- r. Zona comercial
- _____
- _____
- s. Monitoreos
- _____
- _____

Con las respuestas que dieron, llenen el siguiente cuadro, llenando únicamente las casillas que están divididas en dos por una línea en diagonal, el resto déjelas en blanco.

El cuadro lo llenaran calificando de 1 a 5, siendo la escala de la siguiente manera:

- 1 Muy bajo
- 2 Bajo
- 3 Medio
- 4 Alto
- 5 Muy alto

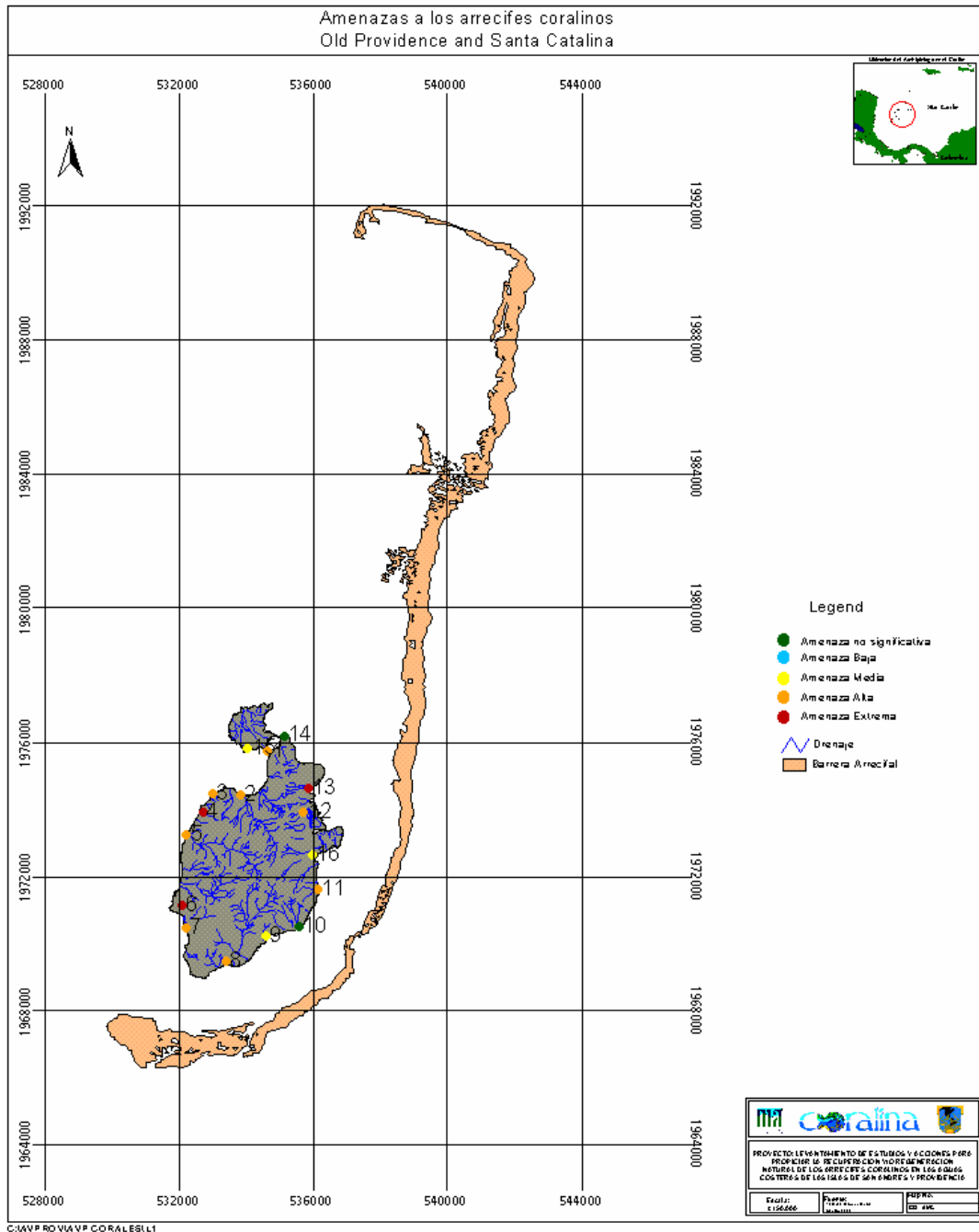
En la parte superior de cada casilla, deben cualificar (con la escala dada anteriormente) la extensión del impacto (magnitud) que tiene cada actividad. Esta calificación puede ser positiva o negativa según el impacto que se genere, lo que se representa por los signos - y +. Por ejemplo, la pluma del río Magdalena, al desembocar en la costa Caribe del continente colombiano, se extiende por kilómetros pasando por los arrecifes del Parque Nacional Natural Tayrona, por lo que la magnitud o extensión de los sedimentos que lleva el río es muy alta: (5). Esta sedimentación tiene un impacto negativo por lo que se colocaría el signo negativo: (-5).

En la parte inferior se mide la importancia del impacto sobre el arrecife, de acuerdo con la intensidad del impacto. Siguiendo con el ejemplo anterior, la importancia del impacto de sedimentación por el río en los arrecifes del PNN Tayrona sería alta: (4).

Cualquier duda que tenga no dude en preguntar a alguno de los integrantes del proyecto CORALES.

Gracias por su colaboración

ANEXO 2 Mapa Amenazas a los Arrecifes Coralinos de las Islas de Old Providence y Santa Catalina.



ANEXO 3 Mapa de Vulnerabilidad de los Arrecifes Coralinos de las Islas de Old Providence y Santa Catalina.

